

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①1 DE 3943522 A1

②1 Aktenzeichen: P 39 43 522.9
②2 Anmeldetag: 26. 7. 89
②3 Offenlegungstag: 7. 2. 91

⑤1 Int. Cl. 5:
C 07 K 15/28
C 07 K 15/06
C 07 K 15/14
C 07 H 21/04
C 09 B 69/00
// C 09 B 11/08

DE 3943522 A1

⑦1 Anmelder:
Boehringer Mannheim GmbH, 6800 Mannheim, DE

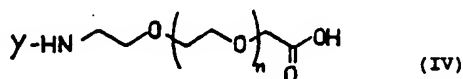
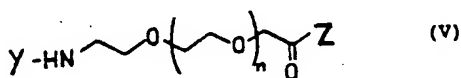
⑥2 Teil aus: P 39 24 705.8

⑦2 Erfinder:
Herrmann, Rubert, Dr.rer.nat., 8120 Weilheim, DE;
Huber, Erasmus, Dr.rer.nat., 8046 Garching, DE;
Josel, Hans-Peter, Dr.rer.nat.; Klein, Christian,
Dr.rer.nat., 8120 Weilheim, DE; Zink, Bruno, 8114
Uffing, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Heterobifunktionelle Verbindungen

Gegenstand der Anmeldung sind Verbindungen der Formel V und VI



in denen n eine Zahl von 1 bis 6 ist und Y der Rest eines carboxylgruppenhaltigen Haptens, Farbstoffs, Proteins, einer Nukleinsäure oder von Biotin und Z der Rest eines aminogruppenhaltigen Haptens, Farbstoffs, Proteins oder einer Nukleinsäure ist.

DE 3943522 A1

Beschreibung

Gegenstand der Erfindung sind spezielle Konjugate aus aminogruppenhaltigen Verbindungen und carboxylgruppenhaltigen Verbindungen.

Konjugate von immunologisch aktiven Verbindungen, wie beispielsweise Haptenen, mit anderen Verbindungen, beispielsweise Nukleinsäure, sind bekannt. Sie werden in jüngerer Zeit vermehrt als Bestandteile von Reagenzien zur immunologischen Bestimmung bestimmter Analyten in der Humandiagnostik eingesetzt.

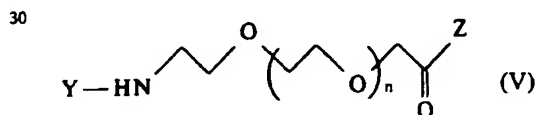
Als Verbindungen, mit denen eine Verknüpfung von Haptenen mit anderen Verbindungen vorgenommen wird, sind homo- und heterobifunktionelle Verbindungen bekannt. Die homobifunktionellen Verbindungen, wie sie beispielsweise aus der EP-A 02 54 172 oder der US-A 47 60 142 bekannt sind, haben den Nachteil, daß es beispielsweise schwierig ist, selektiv Konjugate aus Haptenen und Proteinen herzustellen. Es entstehen als Produkt auch Konjugate aus zwei Haptenen bzw. zwei Proteinen. Heterofunktionelle Verbindungen als Verknüpfungsreagenz vermeiden diese Nachteile. Aus der DE-A 26 31 656 sind Hydroxysuccinimiderivate der Propansäure bekannt, die auf einer Seite an ein Protein, wie Nierenacylase, und an der anderen Seite ebenfalls mit einem Protein oder aber mit einem festen Träger verbunden werden können. Eine selektive und schonende Bindung von aminogruppenhaltigen Verbindungen an carboxygruppenhaltige Verbindungen ist mit diesen Verbindungen nicht möglich.

In der EP-A 00 42 626 bzw. der US-A 43 72 974 ist die Verwendung von 2-Aminoethoxyessigsäure als Arzneimittel beschrieben. Die Herstellung dieser Verbindung gelang nach bekannten Methoden. Die Herstellung höherer Homologen der Aminoethoxyessigsäure nach dieser Methode hat sich als nicht möglich erwiesen.

In der EP-A 01 02 118 ist die Herstellung eines Gemisches von Acylaminoethoxyessigsäuren beschrieben. Diese Verbindungen werden als Zusatzstoff in Badezusätzen verwendet. Sie sind als Verknüpfungsreagenzien nicht geeignet, da sie keine freie Aminogruppe aufweisen und zudem die Verwendung eines Gemisches den hohen Anforderungen an eine spezifische Verknüpfung nicht gerecht wird.

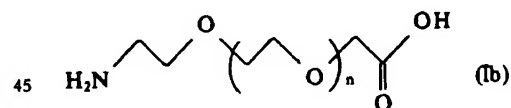
Es bestand daher ein Bedarf an der Bereitstellung von Verbindungen, in denen selektiv carboxygruppenhaltige Verbindungen mit aminogruppenhaltigen Verbindungen über eine hydrophile Brücke definierter Länge verknüpft sind.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Bereitstellung von Verbindungen der Formel V

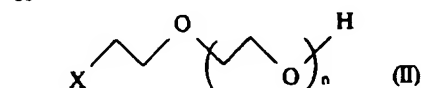


in der
Y der Rest eines carboxylgruppenhaltigen Haptens, Farbstoffs, Proteins, einer Nukleinsäure oder von Biotin,
Z der Rest eines aminogruppenhaltigen Haptens, Farbstoffs, Proteins, oder einer Nukleinsäure und
n eine natürliche Zahl von 1 bis 6 ist.

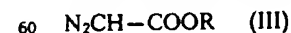
Diese Verbindungen können aus Verbindungen der Formel Ib hergestellt werden:



Die Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel Ib gelang durch Umsetzung von Verbindungen der Formel II



in der X ein Phthalimidrest oder Halogen, bevorzugt Chlor, Brom oder Jod ist und n wie bei Formel Ib definiert ist,
mit einem Diazoessigsäurederivat der Formel III



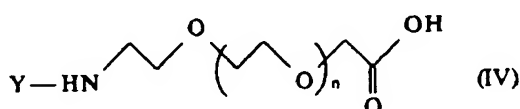
in der R ein Alkylrest, bevorzugt ein Ethylrest, ist, unter Metallsalzkatalyse, bevorzugt Kupfer-, Palladium- oder Rhodiumsalzen, besonders bevorzugt Rhodium-II-salzkatalyse, umgesetzt wird, gegebenenfalls, wenn X ein Halogen ist, Umsetzung des entstandenen Produkts mit einem Reagenz zur Einführung einer Aminogruppe, bevorzugt Phthalimid-Kalium, unter nukleophilen Substitutionsbedingungen und anschließender Abspaltung gegebenenfalls vorhandener Schutzgruppen bzw. Hydrolyse des Esters, bevorzugt in HCl.

Alle Reaktionsschritte finden bevorzugt in Lösung statt. Bevorzugt werden die Verbindungen der Formel I—III vor ihrer Weiterverarbeitung isoliert.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es möglich, Homologe der Aminoethoxyessigsäure herzustellen, die eine vorherbestimmte Anzahl von Ethylenoxy-Einheiten aufweisen. Dies ist besonders wichtig, wenn die hergestellten Verbindungen der Formel Ib zur Verknüpfung von Haptenen mit Proteinen oder Nukleinsäuren verwendet werden sollen. Die Länge der Kette zwischen dem Amino- und dem Carboxylende ist kritisch für die weitere Verwendung der Konjugate. Die Größe von n richtet sich auch nach der Größe des Proteins, mit welchem das Hapten verknüpft werden soll. Besonders bevorzugt ist $n=1$ bis 6. So ist beispielsweise die Zugänglichkeit des Haptens für einen Antikörper gegen dieses Hapten etwas eingeschränkt, wenn $n=0$ ist (2-Aminoethoxyessigsäure).

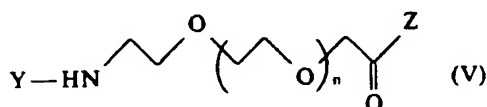
Zur Herstellung von Konjugaten aus einer carboxylgruppenhaltigen Verbindung und einer aminogruppenhaltigen Verbindung mit Hilfe von Verbindungen der Formel Ib gibt es mehrer Möglichkeiten, die sich in der Reihenfolge der Umsetzung der Komponenten miteinander unterscheiden. Bevorzugt ist folgendes Vorgehen:

- Zunächst wird die Verbindung der Formel Ib mit einer Verbindung, deren Carboxylgruppe beispielsweise durch Bildung eines reaktiven Esters, Halogenids oder Anhydrids für nukleophile Substitutionen aktiviert wurde, umgesetzt. Solche aktivierten Carboxylgruppen sind bekannt. Als besonders bevorzugt haben sich mit N-Hydroxysuccinimid veresterte Carboxylgruppen erwiesen.
- Durch die Reaktion der Verbindung der Formel Ib mit der carboxylgruppenhaltigen Verbindung entsteht eine Verbindung der Formel IV



in der Y der Rest einer carboxylgruppenhaltigen Verbindung ist und n wie oben definiert ist. Die Bindung erfolgt über die Carboxylgruppe.

- Diese Verbindung der Formel IV kann nun mit aminogruppenhaltigen Verbindungen zu einer Verbindung der Formel V



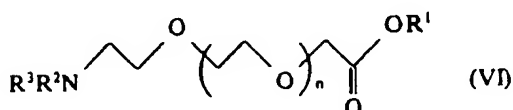
in der Y und n wie oben definiert sind und Z der Rest einer aminogruppenhaltigen Verbindung ist, umgesetzt werden.

Dies kann mit Hilfe von Kupplungsreagenzien geschehen oder nach vorheriger Überführung der Verbindung der Formel (IV) in ein aktiviertes Derivat. Zur Aktivierung können dieselben Methoden verwendet werden, wie oben für die carboxylgruppenhaltige Verbindung beschrieben.

Die Carboxylgruppe der Verbindung der Formel (IV) wird dazu bevorzugt in einen aktivierten Ester, Anhydrid etc. überführt. Anschließend wird mit der aminogruppenhaltigen Verbindung nach bekannten Methoden umgesetzt.

Das Verfahren zur Verknüpfung von aminogruppenhaltigen und carboxylgruppenhaltigen Verbindungen läßt sich auch in umgekehrter Reihenfolge durchführen, falls z. B. die Aminogruppe zuerst in geschützter Form vorliegt.

Neben dem stufenweisen Aufbau dieser durch heterobifunktionelle Verbindungen verknüpften Konjugate können auch direkt aktivierte Derivate der Verbindung I eingesetzt werden. Dazu werden analog zum Stand der Technik reaktive Gruppen eingeführt. Z. B. kann die Aminogruppe in ein Isocyanat, ein Isothiocyanat oder ein Maleimid umgewandelt werden, bzw. Acrylsäurereste, Halogenacetylreste oder Maleimidoalkansäurereste eingeführt werden. Besonders bevorzugt ist die Umwandlung/Einführung in eine Maleimidfunktion bzw. eines Iodacetylrestes. Die Carboxylgruppe kann durch Umsetzung z. B. zu einem Ester, Halogenid oder Anhydrid aktiviert werden, besonders bevorzugt ist ein N-Hydroxysuccinimidester oder ein p-Nitrophenylester. Die Verbindungen gemäß der Formel VI



wobei $-\text{NR}^2\text{R}^3$ eine aktivierte Aminogruppe, COOR^1 eine aktivierte Carboxylgruppe und n wie oben definiert ist, eignen sich hervorragend zur direkten Konjugatsynthese z. B. von Protein-Protein-Konjugaten, besonders bevorzugt sind Antikörper-Enzym-Konjugate. Z. B. lassen sich, falls die Verbindung der Formel VI einen Maleimido- und eine N-Hydroxysuccinimidestergruppe enthält, zuerst analog zum Stand der Technik aminogruppenhaltige Proteine ankuppeln und im zweiten Schritt SH-gruppenhaltige Proteine.

Beispiele für Verbindungen, die über entsprechende Amino- oder Carbonsäure-Gruppen verfügen, sind Haptene, Biotin, Farbstoffe, insbesondere Fluoreszenzfarbstoffe, Nukleinsäuren, Proteine, z. B. auch (Strept-)Avidin und Antikörper, Enzyme, Glycokonjugate etc.

Bevorzugt sind die primäre Aminogruppen enthaltenden aminogruppenhaltigen Verbindungen. Bevorzugte Verbindungen sind Nukleinsäure und Proteine. Die Proteine können anhand ihrer Funktion in verschiedene Klassen eingeteilt werden: Enzyme, Strukturproteine, Antikörper etc. Besonders bevorzugt ist die Verknüpfung mit alkalischer Phosphatase, β -Galaktosidase oder Peroxidase.

Bevorzugte carboxylgruppenhaltige Verbindungen sind Haptene und Fluoreszenzfarbstoffe. Besonders bevorzugt sind Haptene. Unter Haptenen werden sämtliche Verbindungen verstanden, die als solche nicht in der Lage sind, in vivo eine Immunantwort zu induzieren; bei Verknüpfung mit einem geeigneten Trägermolekül ist es jedoch möglich, Antikörper gegen sie zu erzeugen. Dazu gehören beispielsweise Biotin, Digoxigenin, Cortisol-3-carboxymethyloxim etc. Diese Haptene haben bevorzugt keine zusätzlichen ungeschützten stark nukleophilen Reste, die mit den aktivierten Carboxylgruppen reagieren können. Als Beispiel für ein Hapten mit einem geschützten nukleophilen Rest kann N-BOC-Thyroxin genannt werden. Ein Fluoreszenzfarbstoff mit aktivierter Carboxylgruppe ist beispielsweise Carboxyfluorescein-N-hydroxysuccinimid-ester.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders gut zur Verknüpfung von Haptenen mit Proteinen über die jeweiligen Amino- bzw. Carboxylgruppen geeignet.

Bei Verwendung von Verbindungen der Formel Ib ist es möglich, Konjugate der Formel V herzustellen, bei denen die biologische Funktion der aminogruppenhaltigen Verbindung, z. B. Enzymaktivität, Bindefähigkeit zu einem entsprechenden Immunpartner oder Hybridisierungsfähigkeit weitgehend erhalten bleibt.

Andererseits hat es sich überraschenderweise herausgestellt, daß die Affinität eines Antikörpers zum freien Hapten genauso hoch oder nur unwesentlich geringer ist, als die zu einem mit Hapten und Linker gemäß Formel I hergestellten Immunogen. Die Linker der Formel I zeigen demgemäß keine Immunogenizität. Auch die Reaktion des Haptens mit einem biospezifischen Bindungspartner, wie im Fall von Biotin mit Avidin oder Streptavidin, wird nicht unmöglich gemacht.

Die Verbindungen der Formel V sind in wäßrigen Lösungen gut löslich. Dies ist besonders wichtig für die Durchführung von Verfahren in physiologischen Proben. Beispielsweise haben sich Brückenglieder mit mehr als 2 benachbarten Methylengruppen als zu hydrophob erwiesen.

Die Bindungen in den erfindungsgemäßen Konjugaten sind aber auch ausreichend fest, da es sich bei den Bindungen der Brücke mit dem Hapten bzw. dem Protein um kovalente Bindungen, insbesondere Amidbindungen handelt. Daher hat sich die Verknüpfung zweier Arten von Verbindungen über eine Aminogruppe und eine Carboxylgruppe als besonders vorteilhaft erwiesen.

Die vorliegende Erfindung wird durch die folgenden Beispiele weiter erläutert:

Beispiel 1

Synthese von 2(2-(2-Aminoethoxy-)ethoxy-)ethoxy-essigsäurehydrochlorid I, n = 2

a) Zu 84,25 g Triethylenglycol-mono-chlorid in 400 ml Tetrahydrofuran werden 105 ml Diazoessigester, gelöst in 150 ml THF innerhalb von 3 h zugetropft. Im Abstand von 30 Min. werden jeweils 50 mg Rhodium-II-acetat hinzugefügt. Anschließend wird mit Methanol versetzt, im Vakuum eingedampft und im Hochvak. destilliert.

Kp(0,13 mbar) = 120–125°C Ausbeute = 45,5 g

b) 12,7 g des in a) hergestellten Produktes werden in 100 ml DMF gelöst und mit 9,25 g Kalium-Phthalimid und einer katalytischen Menge 18-Krone-6 versetzt. Man rührt 2,5 h bei 100°C, entfernt das DMF im Hochvakuum, nimmt in Essigester auf, filtriert und wäscht zweimal mit H₂O. Nach Trocknen und Eindampfen erhält man einen öligen Rückstand.

Ausbeute: 16 g IV n = 2 NMR(CDCl₃/TMS ppm):
1,21–1,35 –CH₃;
3,59–4,31 –CH₂–
7,66–7,90 Phthalyl

c) Synthese von I (n = 2):
3,6 g IV (n = 2) werden in 100 ml 20% HCl unter Rückfluß gerührt, nach 1,5 h im Vakuum eingeeengt, der Rückstand in 100 ml H₂O aufgenommen und abfiltriert. Das Filtrat wird dreimal mit Essigester extrahiert und eingeeengt. Das Produkt wird über Sephadex/H₂O gereinigt.

Ausbeute: 1,1 g I (n = 2) NMR(DMSO–d₆/TMS ppm):
3,57 –CH₂–CH₂–
4,03 –CH₂–
4,14 NH₃⁺

Eine weitere Aufreinigung kann durch Überführung in das BOC-geschützte Produkt mit anschließender Säulenchromatographie und Abspaltung erfolgen.

Beispiel 2

Umsetzung von I (n = 1) mit Biotin

370 mg I (n = 1) werden zusammen mit 775 mg Biotin-N-hydroxysuccinimidester und 3 mmol Triethylamin in 10 ml DMF gelöst und 24 h bei Raumtemperatur gerührt. Das Lösungsmittel wird entfernt, der Rückstand in Aceton aufgenommen, abfiltriert und erneut eingeeengt. Man erhält ca. 800 mg Rohprodukt, welches durch Chromatographie an Kieselgel weiter aufgereinigt wird (Eluens: Chloroform : Methanol : Eisessig 9 : 1 : 0,1) Rf = 0,2 (CMA 9 : 3 : 0,5).

Beispiel 3

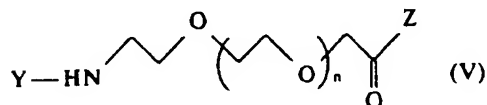
Umsetzung von I (n = 2) mit Digoxigenin-3-carboxymethylether-N-hydroxysuccinimidester

0,36 g I (n = 2) werden in 10 ml abs. DMF gelöst und mit 0,6 ml Triethylamin versetzt. Anschließend werden 0,54 g Digoxigenin-3-carboxymethylether-N-hydroxysuccinimidester hinzugefügt und 16 h bei Raumtemperatur gerührt. Das Lösungsmittel wird entfernt und der Rückstand zweimal über eine Kieselgelsäure (Eluens Methanol : Tetrahydrofuran 1 : 1 + 0,5% Essigsäure) gereinigt.

Ausbeute: 0,38 g Rf = 0,58 (Essigester : Essigsäure 9 : 1).

Patentansprüche

1. Verbindungen der Formel V

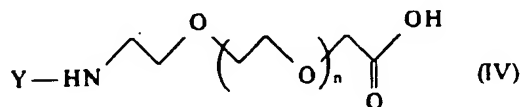


in der

Y der Rest eines carboxylgruppenhaltigen Haptens, Farbstoffs, Proteins, einer Nukleinsäure oder von Biotin,

Z der Rest eines aminogruppenhaltigen Haptens, Farbstoffs, Proteins oder einer Nukleinsäure und n eine natürliche Zahl von 1 bis 6 ist.

2. Verbindungen der Formel IV



in der Y der Rest eines carboxylgruppenhaltigen Haptens, Farbstoffs, Proteins, einer Nukleinsäure oder von Biotin und n eine natürliche Zahl von 1 bis 6 ist.

— Leerseite —